

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

OLIVAN BITTENCOURT DE CARVALHO

**MELHORIA NO PRAZO DE ENTREGA EM UMA INDÚSTRIA DE
TRANSFORMAÇÃO SOB A PERSPECTIVA DA MANUFATURA NO PROCESSO
DE EXTRUSÃO PLÁSTICA: ESTUDO DE CASO**

CURITIBA

2018

OLIVAN BITTENCOURT DE CARVALHO

**MELHORIA NO PRAZO DE ENTREGA EM UMA INDÚSTRIA DE
TRANSFORMAÇÃO SOB A PERSPECTIVA DA MANUFATURA NO PROCESSO
DE EXTRUSÃO PLÁSTICA: UM ESTUDO DE CASO**

Artigo apresentado como requisito parcial à conclusão do Curso de MBA em Gestão Estratégica, do Setor de Administração geral Aplicada, da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.^a. Dr.^a. Marystela Baratter

CURITIBA

2018

RESUMO

O estudo de caso detalha a resolução de um problema de atendimento ao cliente. A causa raiz foi identificada como elevados tempos de troca de ferramenta (setup), ou seja, o tempo para deixar de produzir o produto A e iniciar a produção do produto B. Através do conceito de PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) que a causa raiz foi encontrada e as demais etapas chave do projeto foram desenhadas, são elas: identificação do problema, descrição detalhada do estado atual, definição das metas, desenho da solução, implementação do modelo de Troca Rápida de Ferramentas que foi desenvolvido por Shigeo Shingo (2000) e finalmente os detalhes de adaptação da metodologia à realidade da planta onde ocorreu o projeto. Os resultados são apresentados como atingimento das metas estabelecidas, houve uma considerável melhora no tempo de troca e inclusive obteve-se ganhos em redução de custo através da diminuição de retrabalho e mão de obra na fábrica. Por fim está uma conclusão sobre os aprendizados durante a execução do projeto, os desafios que foram ultrapassados e os que não foram possíveis. Em linhas gerais o projeto atrela a troca rápida de ferramentas com a visão de planejamento e controle da produção. Este foi o grande aprendizado do estudo de caso, se a área de planejamento da produção não participa ativamente de um projeto de troca ferramentas os resultados não são sustentáveis.

Palavras-chave: Troca Rápida de Ferramentas. Planejamento da Produção. Atendimento ao Cliente.

1 INTRODUÇÃO

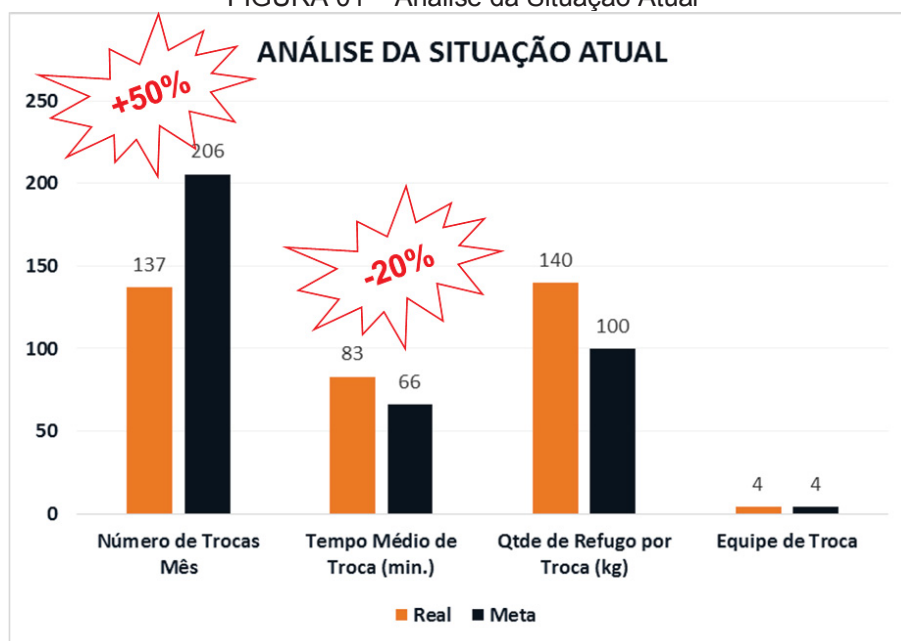
O ambiente altamente competitivo faz com que a adaptação às mudanças se torne característica essencial nas organizações. Para que isto aconteça é necessário que as pessoas e os processos em ação dentro da companhia busquem, de forma sistemática, a identificação de problemas, a discussão de possíveis soluções, seleção da melhor alternativa, implementação da solução gerada de forma rápida e por fim, o acompanhamento dos resultados atingidos. De acordo com José Roberto Ferro (Revista Época Negócios, 2012) as pessoas na empresa devem implementar, cotidianamente em seu trabalho, técnicas e práticas para expor e resolver problemas de forma científica, sempre com muita atenção e proximidade ao local “onde as coisas acontecem” na organização, em particular onde o valor é agregado. É exatamente dentro deste contexto que o estudo de caso está construído.

Em uma empresa de produção de tubos plásticos, através do processo de extrusão plástica, o número de pedidos entregues no prazo e completos nos últimos quatro anos cai sistematicamente dois pontos percentuais por ano. O número de pedidos cresceu 21% nos últimos 4 anos de operação, porém o tamanho do lote médio em cada pedido tem reduzido, caindo aproximadamente 18% no mesmo período. Ao observar esses dados pela perspectiva do processo produtivo, é preciso aumentar os estoques para atender o novo formato de venda (lotes menores e maior quantidade de pedidos) ou reduzir dos lotes de produção para aumentar a flexibilidade da fábrica e assim atender a demanda no formato que ela é solicitada.

Com base no impacto que o tamanho dos lotes de produção tem na quantidade de estoque necessária para garantir o atendimento ao cliente e no contexto em que se encontra a empresa no momento inicial do estudo a decisão tomada foi minimizar o impacto do novo modelo de vendas através do aumento dos estoques, em um primeiro momento, e em paralelo iniciar um projeto de redução dos tempos de troca de ferramentas (*setup*) para possibilitar a redução do tamanho dos lotes de produção e agregar flexibilidade ao sistema produtivo.

Para garantir o atendimento, nos níveis atuais, sem aumento dos estoques foram desdobradas metas que refletem a necessidade de melhoria na performance da fábrica em termos de indicadores de número de trocas de ferramentas por mês, tempo médio mensal de troca de ferramentas e quantidade de peças defeituosas geradas por troca de ferramenta (chamada na companhia de refugo). As metas desdobradas estão descritas na Figura 01.

FIGURA 01 – Análise da Situação Atual



FONTE: Relatório de produção da empresa (2018).

Ao finalizar a análise da situação atual a conclusão é que o problema de atrasos nos pedidos estava relacionado com o tempo de troca de ferramentas (Setup) que era praticado. Com este diagnóstico o trabalho foi direcionado para a implementação do modelo de troca rápida de ferramentas no processo de extrusão de material plástico e verificar qual seria a real possibilidade de ganho existente.

O objetivo geral do trabalho foi implementar a técnica de troca rápida de ferramentas (Shigeo Shingo, 2000).

Como objetivos específicos temos:

- Implementação do conceito de organização e limpeza (5S) na ferramentaria com o objetivo de padronizar a preparação das trocas de ferramentas (setup) para cada uma das trocas realizadas, ou seja melhoria do setup externo (atividades que são realizadas com a máquina ainda em fase de produção do lote anterior).
- Implementar o modelo troca rápida de ferramentas (Shigeo Shingo, 2000) com o objetivo de otimizar o setup interno (atividades realizadas com a máquina já parada em fase de troca de ferramental).
- Dimensionar equipe necessária para realização do processo de troca de ferramentas.
- Implementar um modelo de sequenciamento da produção com o objetivo de trazer previsibilidade para a área de troca.

Com a implementação do método descrito se pretendeu reduzir o tempo das trocas e atingir a meta estabelecida de forma sustentável.

A metodologia utilizada neste projeto foi baseada no raciocínio do PDCA (Plan-Do-Check-Act). Os passos para a implementação foram os seguintes:

- ✓ Definição e detalhamento do problema através da busca pela causa raiz.
- ✓ Proposição da solução: Implementação da troca rápida de ferramentas baseada nas etapas abaixo:
 - Implementação do conceito de organização e limpeza (5S) na área de ferramentaria com foco no *setup* externo.
 - Realização dos eventos de troca rápida de ferramentas, através da reunião de um time multidisciplinar com foco total no tema por um período de uma semana.
 - Dimensionamento da equipe para execução do processo criado.
 - Implementar um modelo de sequenciamento da produção com o objetivo de gerar estabilidade nas trocas através da previsibilidade.
- ✓ Medição dos resultados alcançados através dos indicadores que representaram o problema inicialmente: Atrasos nos pedidos e tempo médio de trocas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Segundo o site do *Lean Institute* Brasil, o *Lean Manufacturing* trata-se de um corpo de conhecimento cuja essência é a capacidade de eliminar desperdícios continuamente e resolver problemas de maneira sistemática. Isso implica repensar a maneira como se lidera, gerencia e desenvolve pessoas. É através do pleno engajamento das pessoas envolvidas com o trabalho que se conseguem vislumbrar oportunidades de melhoria e ganhos sustentáveis.

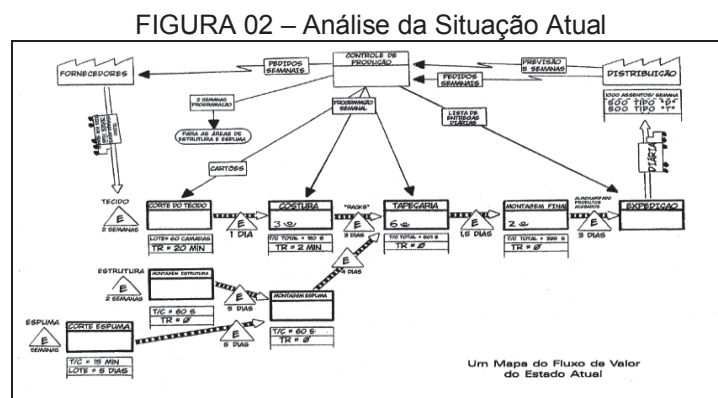
A maneira de implementar as técnicas da filosofia *Lean Manufacturing* nas indústrias foi descrita por Womack e Jones em cinco princípios que direcionam os esforços de modo priorizar iniciativas que culminam na eliminação de desperdícios dentro dos processos produtivos e administrativos das organizações. Segundo Womack e Jones (2003) o pensamento enxuto é uma forma de especificar valor, alinhar na melhor sequência as atividades que criam valor, executar estas atividades

sem interrupção toda vez que alguém solicita e realiza-las de uma forma cada vez mais eficaz.

Os cinco princípios *Lean Manufacturing* são uma metodologia para conduzir a implementação da cultura e das técnicas relacionadas a manufatura enxuta. Estes princípios são especificar valor, identificar o fluxo de valor, fluxo contínuo, puxar a produção e buscar a perfeição.

O primeiro princípio é especificar valor, segundo Womack e Jones (2003, p. 06), é o ponto de partida essencial para o pensamento enxuto. O valor só pode ser definido pelo cliente final. E somente é significativo quanto expresso em termos de um produto específico que atenda às necessidades de um cliente a um preço específico em um momento específico.

O segundo princípio sugere que seja identificado o fluxo de valor e ainda segundo Womack e Jones (2003,) o fluxo de valor é o conjunto de todas as ações específicas necessárias para se levar um produto ou serviço a passar pelas três tarefas gerenciais críticas em qualquer negócio: a tarefa de solução de problemas, que vai da concepção até o lançamento do produto, a tarefa de gerenciamento da informação, que vai do recebimento do pedido até a entrega, e a transformação física, que vai da matéria-prima ao produto acabado nas mãos do cliente. Todas estas etapas estão descritas no mapa de fluxo de valor (Figura 02).

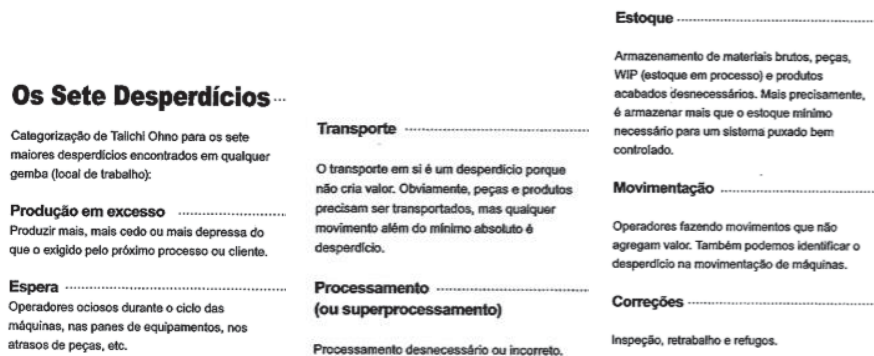


FONTE: Rother e Shook (2003, p. 28)

Segundo informações da *Lean Institute* Brasil, significa dissecar a cadeia produtiva e separar os processos em três tipos: aqueles que efetivamente geram valor; aqueles que não geram valor, mas são importantes para a manutenção dos processos e da qualidade; e, por fim, aqueles que não agregam valor, devendo ser eliminados imediatamente.

A análise do fluxo de valor evidencia os desperdícios existentes nos processos. Segundo Narusawa e Shook (2009, p.02) Taiichi Ohno identificou sete desperdícios: produção em excesso, espera, transporte, processamento desnecessário, estoque, movimentações, correções.

FIGURA 03 – Os sete desperdícios



FONTE: Narusawa e Shook (2009, p. 3)

O terceiro princípio orienta que as atividades ou tarefas mapeadas no princípio anterior “fluam”. Segundo o site do Lean Institute Brasil a seguir, deve-se dar “fluidez” para os processos e atividades que restaram. Isso exige uma mudança na mentalidade das pessoas. Elas devem deixar de lado a ideia que têm de produção por departamentos como a melhor alternativa. Constituir Fluxo Contínuo com as etapas restantes é uma tarefa difícil do processo. É, também, a mais estimulante. O efeito imediato da criação de fluxos contínuos pode ser sentido na redução dos tempos de concepção de produtos, de processamento de pedidos e em estoques.

FIGURA 04 – Fluxo contínuo x ilhas isoladas



FONTE: Rother e Shook (2003, p. 45)

O quarto princípio fala sobre “puxar” a produção, ou seja, o objetivo é inverter os sistemas produtivos que “empurram” a produção para sistemas onde a produção é puxada de acordo com a necessidade do cliente, onde não é possível estabelecer o fluxo contínuo deve-se conectar os processos por meio de sistemas puxados. Segundo Womack e Jones (2003, p.13) você pode deixar que o cliente “puxe” os produtos de você, quando necessário, em vez de “empurrar” os produtos, muitas vezes indesejados, para o cliente. Desta forma as demandas ficam mais estáveis quando eles sabem que podem conseguir o que querem imediatamente.

O quinto princípio é a busca da perfeição e está ligado diretamente à melhoria contínua de todos os processos mapeados e já melhorados. É efetivamente a melhoria incremental.

Além dos princípios básicos para a implementação da cultura de manufatura enxuta em uma organização, existem técnicas que servem de apoio para a operacionalização deste modelo de uma forma sistemática. A quantidade de técnicas existentes é bastante grande, por isso neste capítulo o foco será direcionado para as técnicas utilizadas no estudo de caso em específico.

O mapa de fluxo de valor é a ferramenta utilizada para apoiar a execução do segundo princípio citado no capítulo anterior. Consiste em uma forma padronizada de desenhar o fluxo de valor atual e projetar um fluxo de valor futuro desejado para o produto cujo processo se quer melhorar. Segundo Rother e Shook (2003, p.04) por mapeamento de fluxo de valor se quer dizer: siga a trilha da produção de um produto, desde o consumidor até o fornecedor, e cuidadosamente desenhe uma representação visual de cada processo no fluxo de material e informação. Então, formule um conjunto de questões chave e desenhe um “mapa do estado futuro” de como o valor deveria fluir.

Os 5 sensos, ou 5S, são a base para todos os projetos de melhoria, seja ele baseado na filosofia *Lean Manufacturing* ou não. Este conceito é composto por 5 etapas: *seiri* ou organização, *seiton* ou arrumação, *seiso* ou limpeza, *seiketsu* ou padronização e *shitsuke* ou disciplina. Segundo Osada (1992, p. 35) os objetivos do conceito são estabelecer critérios para eliminar o desnecessário e obedecê-los, adotar o gerenciamento pela estratificação para definir prioridades, tratar as causas da sujeira, ambiente de trabalho arrumado, layout e arrumação eficientes, aumento da produtividade através da eliminação do tempo gasto procurando as coisas, grau de limpeza compatível com as necessidades, eliminação total do lixo e da sujeira,

descobrir os pequenos problemas através de inspeções de limpeza, compreender que a limpeza é inspeção, gerar padrões de gerenciamento para manutenção do 5S, gerenciamento visual para revelar as anormalidades.

A gestão visual é uma das ferramentas mais importantes de todas as que se utilizam em um processo de mudança de cultura. Segundo Narusawa e Shook (2009, p.88) gestão visual significa colocar totalmente a amostra todas as ferramentas, peças, atividades e indicadores do desempenho de um sistema de produção. Assim, a situação poderá ser entendida por todos os envolvidos, com apenas um olhar.

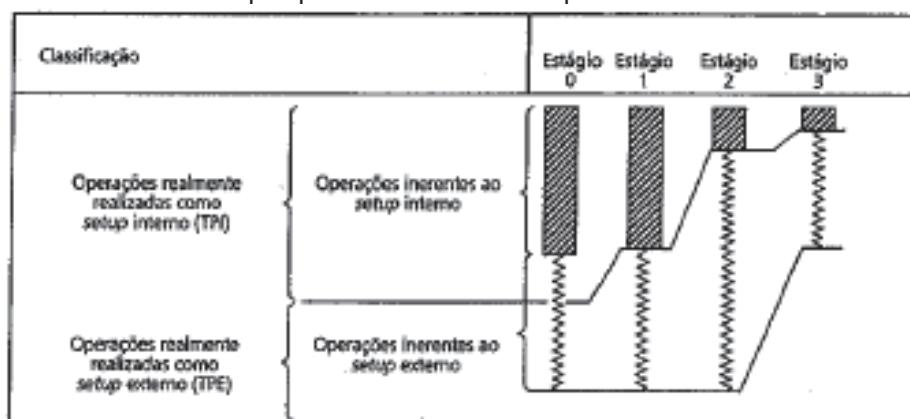
Juntamente com a gestão visual e 5S o trabalho padronizado constituem a base para o sistema Toyota de produção. O trabalho padronizado é a base para a melhoria contínua, é impossível melhorar algo que não está padronizado. Segundo Liker (2005, p.148) os padrões da Toyota têm um papel muito mais abrangente do que tornar as atividades padronizadas. Desta forma pode-se afirmar que o trabalho padronizado, além disto tem o papel de tornar a melhoria rotina do processo.

A ferramenta kaizen é amplamente utilizada para adaptar as técnicas à rotina dos processos é uma das mais poderosas no sentido de envolvimento de pessoas para atingir o resultado. Segundo Lean Interprise Institute no Livro léxico Lean (2007) kaizen é a melhoria contínua de um fluxo completo de valor ou de um processo individual, a fim de se criar mais valor com menos desperdício. O mapeamento de fluxo de valor é uma excelente ferramenta para se identificar um fluxo de valor e determinar em que pontos o kaizen de fluxo ou de processo é necessário.

A troca de ferramentas (setup) é um desafio cada vez mais latente nas companhias, devido ao aumento significativo da variedade de produtos a serem produzidos em um mesmo equipamento. Baseado na metodologia *Lean Manufacturing* e trabalhando em uma das fábricas da Mazda Shigeo Shingo desenvolveu um método que suporta as organizações em geral a melhorar seus tempos de troca de ferramenta. A troca rápida de ferramentas é uma metodologia de busca exclusivamente dar mais flexibilidade aos sistemas produtivos, pois com a redução dos tempos de troca de ferramentas pode-se produzir um maior número de produtos diferentes em um mesmo equipamento e com lotes menores reduzindo assim o estoque de produto acabado. Porém os ganhos podem gerar também

aumento da capacidade de produção. Segundo Shigeo Shingo (2000, p.48) este conceito está pautado na execução de três etapas:

FIGURA 05 – Etapas para melhoria dos tempos de troca de ferramentas



FONTE: Shigeo Shingo (2000, p. 48)

1º - Separar setup interno e externo.

Consiste em realizar o acompanhamento do setup e levantar os tempos de cada uma das atividades realizadas. Então, dividir o que pode ser feito com a máquina em movimento que é o setup externo e o que deve ser feito com a máquina parada, ou seja, setup interno. Ex: setup externo pode ser separar ferramentais e trazer para próximo da máquina e setup interno pode ser a desmontagem de um ferramental.

2º - Convertendo setup interno em externo

O objetivo desta etapa é transformar as atividades que estão no setup interno para externo, por exemplo ao substituir um pneu do carro não se monta primeiro a rodo e depois o pneu, o pneu já está montado na roda isto é setup externo e no momento da troca somente a roda é aparafusada no carro, pois o pneu já está montado aí. Isto deve ser feito com todas as atividades internas o quanto for possível.

3º - Racionalizando todos os aspectos da operação de setup.

Esta etapa já contempla setup interno e externo bem divididos, o trabalho agora é reduzir ao máximo o tempo destas etapas. Um exemplo simples é a instalação de engates rápidos ou encaixes ao invés da utilização de parafusos e chaves.

4º - Padronizar as atividades.

Após gerar e implementar todas as soluções deve-se criar procedimentos de trabalho, treinar todos os envolvidos e cobrar constantemente sua execução no dia-a-dia de trabalho da fábrica.

3 DIAGNÓSTICO

A empresa plásticos S.A. iniciou a produção de materiais em plástico para instalações hidráulicas em 1950. A empresa foi a pioneira no Brasil nesta tecnologia. O forte investimento em publicidade, propaganda e programas de capacitação de instaladores fizeram com que a empresa se tornasse líder na fabricação e comercialização de materiais em plástico para instalações hidráulicas no mercado nacional. Atualmente está também no mercado nacional de ferramentas para pintura, portas e janelas de plástico e metais.

Dentro deste contexto os concorrentes atuam com maior eficiência no cumprimento de prazos de entrega. Com a necessidade cada vez maior de redução de capital de giro nas organizações para financiamento de seus investimentos a estratégia de entregas rápidas e cumprimento de promessas está diretamente ligada ao fechamento ou não de pedidos em um mercado de commodities no qual a companhia está inserida.

Sob esta perspectiva um dos desdobramentos do planejamento estratégico realizado no ano de 2015 foi o de se tornar a melhor entrega dentro do seu mercado de atuação. Uma das causas do problema de entrega, o maior impacto causado pela manufatura, estava ligado a produção de tubos contra as ordens de planejamento para recomposição dos estoques de produto acabado de acordo com as políticas de atendimento da companhia. Aí estava a oportunidade de ação onde o trabalho teria seu foco.

A área alvo do estudo de caso é a área de extrusão plástica. Esta área é responsável pela produção dos tubos em plástico em equipamentos chamados extrusoras. No processo de extrusão plástica o material é aquecido a uma temperatura que pode ser modelado no formato do tubo, e depois resfriado para garantir as propriedades necessárias para sua aplicação futura.

Com base na análise de causa raiz chegou-se à conclusão de que o problema estava na troca de ferramentas dentro do processo de extrusão. O passo

seguinte realizado foi a análise do processo de troca de ferramentas através do acompanhamento na fábrica conforme demonstra a Figura 06.

FIGURA 06 – Folha de observação de troca de ferramentas

| Troca Rápida de Ferramentas | | | | | Operador: Tiago |
|------------------------------|--|-----------------|----------|----------|--------------------------|
| Folha de Observação de setup | | | | | Família de produtos: PVC |
| Passo Nº | Descrição das Atividades | Tempos | | Duração | Interno ou Externo |
| | | Início | Fim | | |
| 1 | Parar o equipamento | 00:00:00 | 00:05:00 | 00:05:00 | Interno |
| 2 | Desligar aquecimento | 00:05:00 | 00:07:12 | 00:02:12 | Interno |
| 3 | Colocar paradeira na máquina | 00:07:12 | 00:15:27 | 00:08:15 | Interno |
| 4 | Separar Pino | 00:15:27 | 00:17:27 | 00:02:00 | Externo |
| 5 | Separar Cabeçote | 00:17:27 | 00:32:45 | 00:15:18 | Externo |
| 6 | Perguntar quais são as peças a serem separadas | 00:32:45 | 00:36:10 | 00:03:25 | Externo |
| 7 | Separar Bucha | 00:36:10 | 00:37:40 | 00:01:30 | Externo |
| 8 | Desaperto do suporte do ferramental | 00:37:40 | 00:39:00 | 00:01:20 | Interno |
| 9 | Retirar o ferramental atual | 00:39:00 | 00:58:47 | 00:19:47 | Interno |
| 10 | Inserir o novo ferramental | 00:58:47 | 01:22:22 | 00:23:35 | Interno |
| 11 | Iniciar os equipamentos da linha | 01:22:22 | 01:27:49 | 00:05:27 | Interno |
| 12 | Colocar os parâmetros conforme ficha técnica | 01:27:49 | 01:30:01 | 00:02:12 | Interno |
| 13 | Liberar para a produção | 01:30:01 | 01:32:13 | 00:02:12 | Interno |
| 14 | Aguardar chegar operador | 01:32:13 | 01:52:19 | 00:20:06 | Interno |
| TOTAL SETUP INTERNO | | 01:30:06 | | | |
| TOTAL SETUP EXTERNO | | 00:22:13 | | | |
| TOTAL | | 01:52:19 | | | |

FONTE: o autor (2018)

Com auxílio do método descrito na figura 06 pode-se levantar de forma detalhada quais eram as atividades que poderiam ser realizadas com a máquina ainda em movimento, seja para a produção do lote anterior ou posterior à troca. Esta verificação permitiu identificar o potencial de redução do tempo de troca de 20% do estado atual, ou seja, 22 minutos em um total de 01h 52min e 19seg. Este é o conceito que sugere a separação do setup interno do externo. O setup interno corresponde as atividades que somente podem ser realizadas com a máquina parada ou sem produzir e o setup externo é constituído pelas atividades que podem

ser realizadas com a máquina ainda em produção. O figura 07 mostra como foi montada a lista de priorização das atividades a serem melhoradas para garantir que iríamos atuar nos maiores tempos e consequentemente maiores desperdícios. Esta lista auxiliou na decisão sobre o foco do projeto.

FIGURA 07 – Análise da situação atual



FONTE: o autor (2018)

Além de identificar os maiores tempos gastos durante o setup e priorizar os desperdícios foi importante identificar a movimentação do operador durante a troca. A redução da movimentação trouxe alguns benefícios importantes como: estabilidade para os tempos de troca, redução da fadiga dos operadores. Para identificar os desperdícios relacionados a movimentação do operador que realizava a troca de ferramenta foi utilizada a técnica do diagrama de espaguete que está detalhada na Figura 08. Este método detalhou todos os movimentos do operador durante a troca de ferramentas com o objetivo de identificar quais recursos eram

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Após a análise da situação atual, a causa raiz identificada foi o tempo de troca de ferramentas (*setup*) e a solução proposta foi implementar o modelo de TRF (troca rápida de ferramentas) desenvolvido por Shigeo Shingo (2000).

Para operacionalizar o processo de implementação da técnica o método utilizado foi a realização de um *workshop* com os envolvidos em todo o processo produtivo, planejamento de produção e vendas. A agenda utilizada para exposição do tema e busca de soluções está abaixo:

- i. Apresentação do problema, causa raiz e meta desdobrada pelos gerentes de planejamento e produção em conjunto.
- ii. Apresentação do processo atual realizada pelos operadores do processo de trocas, fabricação e programadores da produção.
- iii. Treinamento na técnica de TRF (troca rápida de ferramentas) pela área de melhoria contínua da companhia.
- iv. Discussão em conjunto para definição dos passos a serem seguidos.

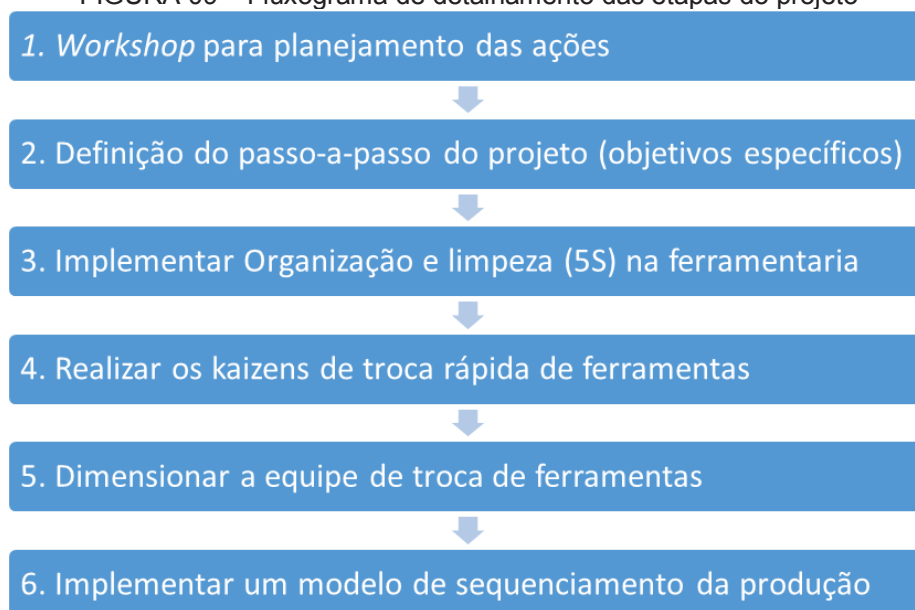
O *Workshop* de planejamento das ações teve a participação de operadores, planejamento, preparadores de molde e equipe de melhoria contínua, ao todo foram 19 pessoas com uma duração total de dois dias. O resultado desta iniciativa foi a definição dos objetivos específicos do estudo de caso, de forma a garantir o objetivo geral:

- v. Implementar o conceito de 5S na ferramentaria. Esta iniciativa foi definida como prioridade pois tinha uma relação direta com o tempo de *setup* externo que representa, na situação atual, 20% do total do tempo de troca. Esta área se tornou uma referência em 5S para o restante das áreas que compõem o processo de extrusão.
- vi. Realizar os eventos de TRF (troca rápida de ferramentas), com o *setup* externo estabilizado foi possível iniciar os trabalhos diretamente no equipamento para a redução do tempo de troca. Esta iniciativa tinha foco no *setup* interno os outros 80% do tempo de troca foram trabalhados através desta iniciativa, porém o potencial em um primeiro trabalho não foi de reduzir a zero como no *setup* externo.
- vii. Dimensionar a equipe de troca, para garantir que as atividades sejam executadas conforme o padrão estabelecido foi necessário

dimensionar a quantidade e qualificação necessárias para a equipe de troca de ferramentas.

- viii. Implementar um modelo de sequenciamento da produção com uma previsibilidade mínima para as trocas o que viabilizou o setup externo. Esta iniciativa foi essencial para a manutenção dos padrões criados e também para o alinhamento com a área de planejamento e controle da produção.

FIGURA 09 – Fluxograma de detalhamento das etapas do projeto



FONTE: o autor (2018)

4.1 Implementar Organização e Limpeza (5S) na ferramentaria

O início da implementação do primeiro objetivo específico foi com a ferramenta de 5S, devido à grande desordem que havia na ferramentaria. A primeira atividade foi realizar um diagnóstico de 5S da área baseado nos três primeiros sentidos e o que foi identificado está descrito abaixo:

- i. Não existiam locais de guarda específicos para as peças;
- ii. Não existia um procedimento de revisão dos ferramentais que chegam da produção.
- iii. Não existia uma sistemática de armazenamento das peças para fácil localização.

- iv. Não existia um procedimento de preparação dos ferramentais para a produção.
- v. Não existiam papéis e responsabilidades claras dentro da ferramentaria.
- vi. Não existiam padrões de limpeza e procedimentos de manutenção destas condições.

Também foram identificados outros problemas operacionais críticos. Abaixo estão elencados quais problemas operacionais que o método também auxiliou na identificação:

- i. Os ferramentais não eram revisados após sua retirada do equipamento e posterior armazenagem. Esta falha era crítica, pois revelava que existiam vulnerabilidades para armazenar moldes com defeito e à medida que eram solicitados para a produção (para atender as necessidades de nossos clientes) não estavam em boas condições para fabricação dos produtos.
- ii. Existiam muitas mudanças no planejamento da produção. Estas causavam instabilidade no processo e impossibilitavam a preparação de ferramentas e periféricos dos equipamentos para posteriores trocas.
- iii. Dentro do processo de preparação para o Setup o processo mais crítico é o aquecimento dos cabeçotes. Este processo era realizado durante o período de setup em muitos casos devido as condições do sistema de aquecimento. Esta ação representava cerca de 30% do tempo de troca de ferramentas para trocas com cabeçotes grandes.

Este diagnóstico serviu de base para um plano de ação específico que era monitorado semanalmente pelos responsáveis da área e pelo responsável do projeto através da realização das auditorias e discussão dos padrões implementados. Após três meses do início deste processo a técnica foi implementada no nível necessário para habilitar o próximo passo e entrou na rotina da área de ferramentaria. Após este passo iniciaram os eventos de troca de ferramentas.

4.2 Realizar os *kaizens* de troca rápida de ferramentas

Para dar seguimento à execução dos objetivos específicos foram realizados os kaizens de troca rápida de ferramentas. A base conceitual utilizada foi a técnica de troca rápida de ferramentas (Shigeo Shingo, 2000). A metodologia é composta por quatro etapas conforme descrito abaixo:

- i. Separar setup interno do externo
- ii. Transferir setup interno para externo
- iii. Otimizar todas as etapas
- iv. Padronizar todas as etapas

O primeiro passo para aplicar o método é acompanhar trocas através de filmagens, cronometragens e anotações de cada uma das etapas do processo. Com estas informações é possível analisar cada etapa, com uma visão crítica, seguindo os passos da metodologia. Neste passo foi realizado o acompanhamento de um setup e os tempos de cada etapa foram cronometrados. O formulário utilizado foi a folha de observação de setup conforme descrito na figura 10. Este detalhamento possibilitou cruzar os dados com as percepções da equipe que trabalhava no local, possibilitou também entender quais eram realmente as atividades necessárias para realizar uma troca de ferramenta. Este conceito foi o alicerce da primeira etapa da metodologia separar setup interno e setup externo. Este procedimento foi criado através de uma reunião com todos os envolvidos diretamente na operação, a exceção dos colaboradores do turno noturno. Através da análise de cada uma das etapas de forma individual com o objetivo de verificar se a etapa pode ser realizada com a máquina em movimento, ou seja, em plena produção. O resultado da análise está na figura 10.

FIGURA 10 – Folha de observação de troca de ferramentas

| Troca Rápida de Ferramentas | | | | | |
|------------------------------|--|-----------------|----------|--------------------------|--------------------|
| Folha de Observação de setup | | | | Operador: Nickson | |
| | | | | Família de produtos: PVC | |
| Passo Nº | Descrição das Atividades | Tempos | | Duração | Interno ou Externo |
| | | Início | Fim | | |
| 1 | Parar o Equipamento | 00:00:00 | 00:05:00 | 00:05:00 | Interno |
| 2 | Desligar aquecimento | 00:05:00 | 00:07:12 | 00:02:12 | Interno |
| 3 | Colocar paradeira na máquina | 00:07:12 | 00:15:27 | 00:08:15 | Interno |
| 4 | Separar Pino | 00:15:27 | 00:17:27 | 00:02:00 | Externo |
| 5 | Separar Cabeçote | 00:17:27 | 00:32:45 | 00:15:18 | Externo |
| 6 | Perguntar quais são as peças a serem separadas | 00:32:45 | 00:36:10 | 00:03:25 | Externo |
| 7 | Separar Bucha | 00:36:10 | 00:37:40 | 00:01:30 | Externo |
| 8 | desaperto do suporte do ferramental | 00:37:40 | 00:39:00 | 00:01:20 | Interno |
| 9 | Retirar o ferramental atual | 00:39:00 | 00:58:47 | 00:19:47 | Interno |
| 10 | Inserir o novo ferramental | 00:58:47 | 01:22:22 | 00:23:35 | Interno |
| 11 | Iniciar os equipamentos da linha | 01:22:22 | 01:27:49 | 00:05:27 | Interno |
| 12 | Colocar os parâmetros conforme Ficha Técnica | 01:27:49 | 01:30:01 | 00:02:12 | Interno |
| 13 | Liberar para a Produção | 01:30:01 | 01:32:13 | 00:02:12 | Interno |
| 14 | Aguardar chegar operador | 01:32:13 | 01:52:19 | 00:20:06 | Interno |
| TOTAL SETUP INTERNO | | 01:30:06 | | | |
| TOTAL SETUP EXTERNO | | 00:22:13 | | | |
| TOTAL | | 01:52:19 | | | |

FONTE: o autor (2018)

A partir das atividades que compõem o setup interno a próxima análise foi identificar quais atividades que eram internas que poderiam ser transferidas para externas. A lógica utilizada foi manter a máquina parada o menor tempo possível, por isto transferir todas as atividades de interno para externo o quanto for possível. Para montar esta nova situação foi feita uma reunião com a operação e à medida que se discutiu cada atividade foram definidas ações para que se pudesse transferi-las para externo.

FIGURA 11 – Folha de observação de troca de ferramentas

| Passo Nº | Descrição das Atividades | Duração | Interno ou Externo | Interno para Externo Ação |
|----------|--|----------|--------------------|---|
| 1 | Parar o Equipamento | 00:05:00 | Interno | |
| 2 | Desligar aquecimento | 00:02:12 | Interno | |
| 3 | Colocar paradeira na máquina | 00:08:15 | Interno | Reduzir o tempo de troca para evitar a necessidade de paradeira |
| 4 | Separar Pino | 00:02:00 | Externo | ok |
| 5 | Separar Cabeçote | 00:15:18 | Externo | ok |
| 6 | Perguntar quais são as peças a serem separadas | 00:03:25 | Externo | ok |
| 7 | Separar Bucha | 00:01:30 | Externo | ok |
| 8 | Desaperto do suporte do ferramental | 00:01:20 | Interno | |
| 9 | Retirar o ferramental atual | 00:19:47 | Interno | |
| 10 | Inserir o novo ferramental | 00:23:35 | Interno | |
| 11 | Iniciar os equipamentos da linha | 00:05:27 | Interno | |
| 12 | Colocar os parâmetros conforme Ficha Técnica | 00:02:12 | Interno | |
| 13 | Liberar para a Produção | 00:02:12 | Interno | |
| 14 | Aguardar chegar operador | 00:20:06 | Interno | Implementar modelo de gestão de Trocas |

FONTE: o autor (2018)

Das atividades que foram transferidas para setup externo a mais impactante foi o aguardo da chegada do operador, para esta ação foi acionada a área de planejamento com esta meta, pois a maior causa deste desperdício era a falta de planejamento das trocas.

O próximo passo foi otimizar cada uma das etapas do setup interno e externo. Para esta etapa da metodologia estudos técnicos começaram a ser realizados para dar lastro e robustez às soluções geradas pelo grupo. Como exemplos: diminuiu-se a quantidade de parafusos de fixação, diminuiu-se a utilização de chaves para aperto e reaperto, etc. Neste caso as soluções implementadas foram aquisição de parafusadeira pneumática, instalação de engates rápidos, redesenho de circuitos eletrônicos, definição da ficha técnica de processo. Conforme está detalhado na figura 12.

FIGURA 12 – Folha de observação de troca de ferramentas

| Passo Nº | Descrição das Atividades | Duração | Interno ou Externo | Melhoria das etapas |
|----------|--|----------|--------------------|---|
| 1 | Parar o Equipamento | 00:05:00 | Interno | |
| 2 | Desligar aquecimento | 00:02:12 | Interno | Acionar fornecedor para promover o isolamento de áreas quentes e desenvolvimento de luvas |
| 3 | Colocar paradeira na máquina | 00:08:15 | Externo | ok |
| 4 | Separar Pino | 00:02:00 | Externo | ok |
| 5 | Separar Cabeçote | 00:15:18 | Externo | ok |
| 6 | Perguntar quais são as peças a serem separadas | 00:03:25 | Externo | ok |
| 7 | Separar Bucha | 00:01:30 | Externo | ok |
| 8 | Desaperto do suporte do ferramental | 00:01:20 | Interno | Aquisição de parafusadeira pneumática |
| 9 | Retirar o ferramental atual | 00:19:47 | Interno | Instalação de engates rápidos no ferramental |
| 10 | Inserir o novo ferramental | 00:23:35 | Interno | Instalação de engates rápidos no ferramental |
| 11 | Iniciar os equipamentos da linha | 00:05:27 | Interno | Interligação eletrônica dos equipamentos |
| 12 | Colocar os parâmetros conforme Ficha Técnica | 00:02:12 | Interno | Montagem da ficha técnica de processo para a linha e equipamentos |
| 13 | Liberar para a Produção | 00:02:12 | Interno | |
| 14 | Aguardar chegar operador | 00:20:06 | Externo | ok |

FONTE: o autor (2018)

Após a implementação das ações um grande número de informações sobre o novo modelo de troca de ferramentas foi criado, porém como não é possível envolver todos os colaboradores na construção do trabalho e mesmo os que participam executam o trabalho de formas distintas. Foi necessária a padronização através da criação de procedimentos e capacitação de todos os profissionais envolvidos no processo.

4.3 Dimensionar a equipe de troca de ferramentas

A partir da criação dos padrões o próximo passo foi dimensionar a equipe de troca de ferramentas.

A equipe definida para as trocas de ferramentas foi de um preparador de setup externo e dois trocadores, isto em cada um dos três turnos de trabalho. Esta decisão foi tomada com base na quantidade de tempo necessário para realização de uma troca, que foi cronometrado na primeira etapa, multiplicado pela quantidade total de trocas necessárias no mês, então este dado foi cruzado com a quantidade total de horas de trabalho de trocadores e preparadores no mês, assim calcula-se a quantidade total necessária.

As responsabilidades do preparador de setup externo foram definidas como: preparar os ferramentais para as próximas trocas de aproximá-los das máquinas e limpar os ferramentais retirados dos equipamentos, guardar e enviar para conserto caso seja necessário. Devido às otimizações efetuadas na área com ajuda do 5S o preparador ficou com cerca de 60% ocupado com a preparação de ferramental efetivamente e 40% do tempo livre, então foram agregadas as suas atividades também a organização das trocas, ou seja, três atividades básicas: saber quais ferramentais serão trocados no dia, em quais máquinas isso acontecerá e a que horas os trocadores poderão executar a atividade. Com estas simples definições somada a ajuda da gestão visual e do trabalho padronizado o tempo de máquina parada para espera de trocadores foi praticamente eliminado.

Os trocadores ficaram com o papel de: realizar as trocas após a parada do equipamento, mas antes eles devem verificar se todos os componentes estão disponíveis, matéria prima, etc. ao retirar os ferramentais da máquina devem levar até o preparador e identificar o que deve ir para manutenção. Seu principal indicador era o tempo de troca que deveria ser batido em 90% das trocas e também o plano de ação para as trocas que estavam fora da meta.

4.4 Implementação do sequenciamento da produção

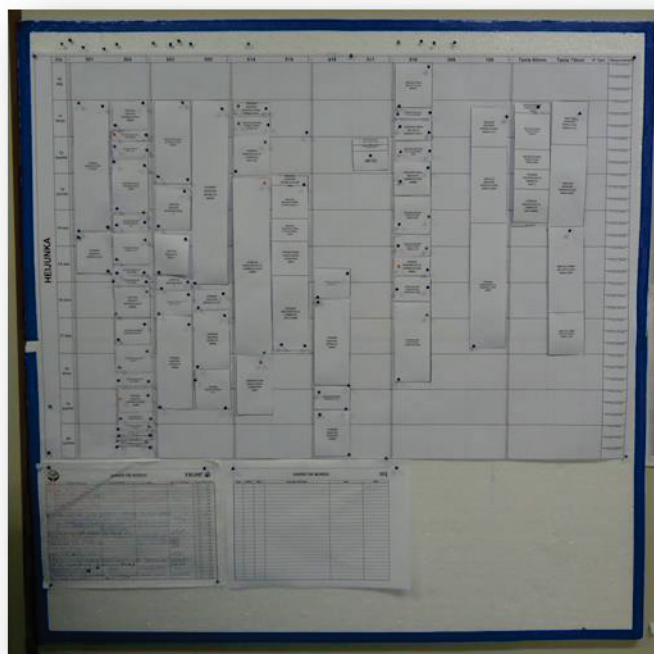
O que o projeto trouxe, até esta etapa na execução dos objetivos específicos, foi a eliminação de grande parte dos desperdícios das trocas e padronização das atividades para atingir as metas definidas inicialmente. Porém, após todas as ações já implementadas os tempos de troca não reduziram na prática. Montou-se um encontro com a equipe de operação e planejamento para discutir o que realmente impactava e neste momento surgiram alguns problemas como:

- Não existia um planejamento com no mínimo um dia de antecedência para a preparação dos ferramentais.
- Existia um grande número de alterações no plano de produção que afetavam diretamente a preparação dos ferramentais e a previsibilidade da planta.

Com estas constatações foi adicionada ao projeto uma frente de planejamento e programação da produção. Esta frente previa a redução do horizonte de planejamento de 30 dias para um horizonte de 10 dias. A premissa era o

congelamento da programação de 10 dias e possíveis alterações de produção deveriam ser deslocadas sempre para o próximo plano. Para complementar esta definição dentro do ambiente de produção foram instalados quadros de sequenciamento de produção próximos às máquinas.

FIGURA 13 – Quadro de sequenciamento da produção



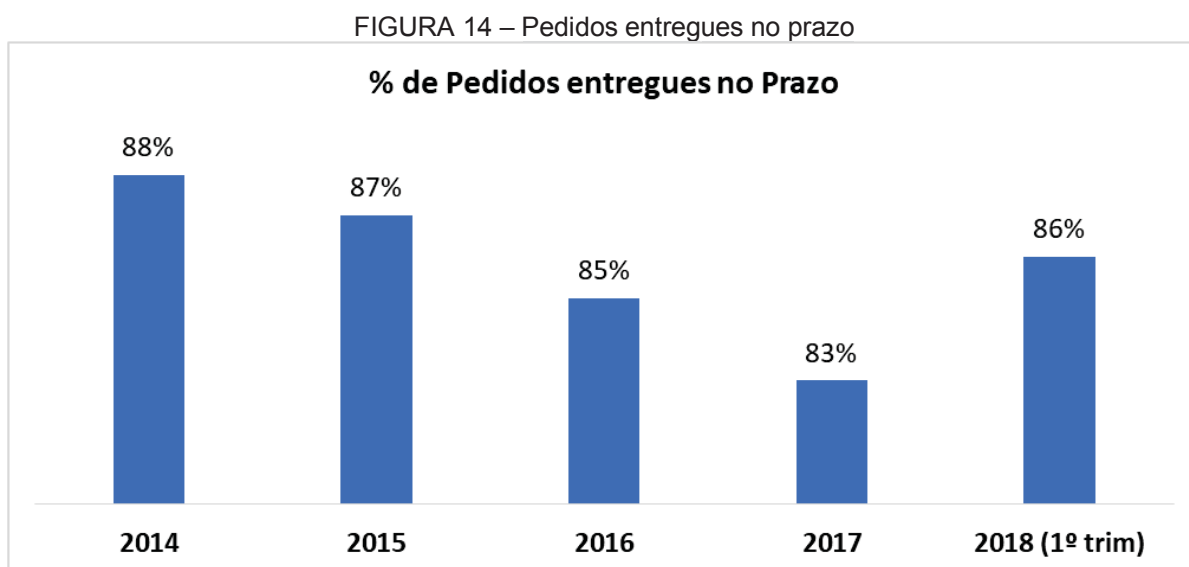
FONTE: o autor (2018)

Estes quadros tinham o papel de auxiliar no sequenciamento e previsibilidade da produção. Eles continham raias que eram representações das máquinas e aí eram colocados em sequência de acordo com a produção, o papel de cada produto tinha o comprimento de sua quantidade de horas planejadas de produção. Com o quadro de sequenciamento montado os preparadores conseguiam saber exatamente em que dia os ferramentais deveriam ser montados na máquina e em qual máquina isto deveria acontecer, os problemas ficavam evidentes quanto ao não cumprimento do plano e um diário de bordo ajudava a identifica-los.

O diário de bordo era uma lista para anotações dos problemas de não atendimento e discussão das soluções com os pares e gestores com o objetivo de que este problema não ocorresse novamente. Após a conclusão do plano de produção um plano de ação com ações era aberto para resolução dos problemas apontados.

4.5 Implementação do sequenciamento da produção

A implementação foi direcionada de forma específica para que o resultado esperado de melhoria no atendimento aos clientes fosse alcançado. O gráfico abaixo mostra como se comportou este indicador após a implementação.

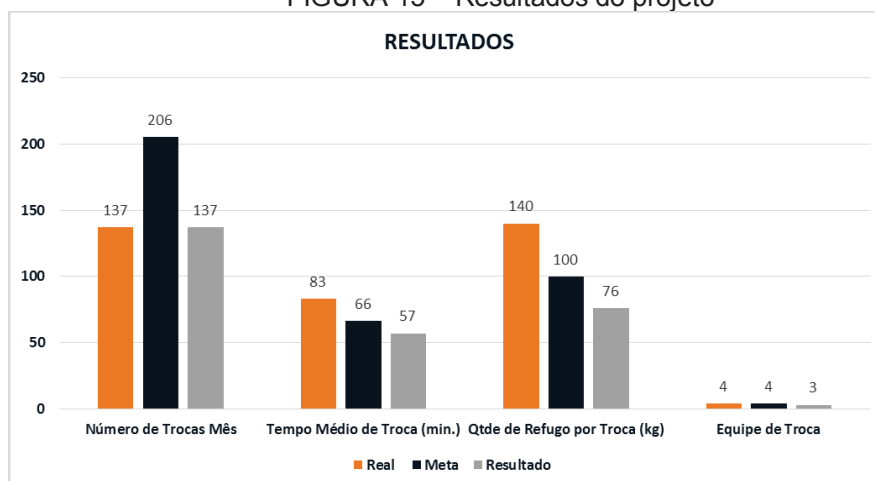


FONTE: relatório de atendimento da empresa (2018)

A figura 14 mostra que os atrasos de entrega reduziram de forma significativa, porém a equipe de projeto em conjunto com a área de planejamento e controle de produção da empresa, acreditam que é necessária a continuidade do monitoramento por um período de no mínimo 9 meses para consolidar um ano de medição e assim afirmar se os resultados realmente estão estáveis e o projeto realmente estará finalizado.

Para que este resultado fosse alcançado a proposta era reduzir os tempos de troca. A figura 15 mostra como o trabalho impactou neste número.

FIGURA 15 – Resultados do projeto



FONTE: o autor (2018)

Em análise dos indicadores o principal foi atingido, ou seja, o tempo de troca reduziu de 83 min. para 57 min. com isto ainda se obteve um benefício que foi a redução de refugo na troca um dos principais desperdícios no processo de extrusão esta foi uma surpresa extremamente positiva do processo de melhoria, assim como também a redução da equipe necessária para o processo de troca de ferramental.

Porém tivemos um indicador que seria fundamental para a entrega não foi modificado durante o processo de implementação e este foi a quantidade de trocas mês. O motivo é que a proposta inicial do projeto era manter os mesmos níveis de estoque, porém devido à instabilidade do mercado a área comercial em conjunto com a área de planejamento decidiram que os estoques aumentariam, ou seja, acabou-se não reduzindo os lotes de produção e utilizou-se o tempo ganho para produzir mais e estocar garantindo assim o atendimento dos clientes.

O projeto se desdobrou em etapas bastante impactantes para a companhia.

- Replicar o projeto para todas as unidades do Grupo.
- Replicar para os demais processos possíveis
- Iniciar projeto de estudo da relação direta do estoque com o setup e direcionar ações com foco em redução de custos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O problema observado para gerar o estudo de caso foi o atraso nas entregas de pedidos aos clientes. A partir deste ponto foi analisada a causa raiz deste

problema e o que se descobriu é que o tamanho dos pedidos diminuiu consideravelmente, porém as vendas totais não, desta forma a manufatura deveria fazer lotes menores de produção para não aumentar seus estoques de produto acabado, ou seja, a causa raiz eram os altos tempos de setup. Desta forma optou-se por implementar a metodologia do Shingo de Troca Rápida de Ferramentas para reduzir sistematicamente os tempos de troca.

Em primeira instância os resultados foram positivos nos principais indicadores do projeto e de fato para este contexto a metodologia é aplicável de forma integral. As reduções de tempo de setup que se obtém são fantásticas.

A parte dos resultados dos indicadores obteve-se grandes aprendizados sobre a técnica:

→ É imprescindível implementar o 5S na ferramentaria antes de iniciar qualquer trabalho de troca rápida na fábrica. Esta é uma das formas de garantir a sustentabilidade das melhorias.

→ A mão de obra da área de troca é bastante especializada, de alto custo e difícil de treinar. Estes fatores em conjunto fazem com que se preocupe muito pouco com sua real capacidade e dimensionamento. No projeto este foi um dos ganhos em custo mais expressivos, retirar 25% desta mão de obra.

→ Definitivamente não existe um projeto de troca sem um ajuste dos processos de planejamento e controle da produção. Inclusive pode-se arriscar a dizer que se somente o modelo de planejamento tivesse sido implementado os ganhos seriam muito próximos, não em tempos de setup, mas em disponibilização da capacidade produtiva.

Ao final pode-se observar a importância do trabalho e sua relação direta com vários pontos importantes deste seguimento de indústria o mercado, os estoques, os custos e retrabalho, etc. deve-se seguir em frente com os desdobramentos com o objetivo de garantir a melhoria contínua.

REFERÊNCIAS

CORDER ROTHER, Mike; HARRIS, Rick. **Criando Fluxo Contínuo**. 1. ed. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a Enxergar**. 3. ed. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas**. 11. ed. São Paulo: Elsevier, 2004.

LIKER, Jeffrey K. **O Modelo Toyota**. 1. ed. São Paulo: Bookman, 2005.

SHINGO, Shigeo. **Sistema de Troca Rápida de Ferramenta**. 1. Ed. São Paulo: Bookman, 2000.

Lean Institute. **Léxico Lean**. 2. Ed. São Paulo: Lean Institute, 2007.

OSADA, Takashi. **House Keeping**. 2. Ed. São Paulo: IMAM, 1994.

NARUSAWA, Toshiko; SHOOK, John. **Kaizen Express**. 1. Ed. São Paulo: Lean Institute, 2009.